



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH KONSTRUKCE ZKUŠEBNÍHO CENTRA
STRUCTURAL DESIGN OF THE TESTING CENTRE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Martin Růžička

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
PRACOVISTĚ	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Martin Růžička
NÁZEV	Návrh konstrukce vývojového centra
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry.

Základní normy:

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Pro zadaný problém navrhnete dvě až tři varianty řešení nosné konstrukce soulodí dvou hal a zastřešení a zhodnoťte je. Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty proveďte podle mezních stavů únosnosti a použitelnosti včetně řešení vlivu výstavby nosné konstrukce na jeho návrh.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje Průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (3x), Popisný soubor závěrečné práce

Diplomová práce bude odevzdána 1x v listinné podobě a 1x v elektronické podobě na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem halové konstrukce vývojového centra. Hala se skládá ze dvou soulodí, v jedné lodi jsou umístěny kancelářské prostory. Montovaný skelet haly se skládá z kalichových patek, sloupů, průvlaků a nosníků jeřábové dráhy, SPIROLL panelů a předpjatých vazníků. Součástí práce je technická zpráva, statický výpočet, výkresy půdorysů a řezů vývojového centra, výkresy tvarů a výztuže prvků, vizualizace a postup výstavby.

KLÍČOVÁ SLOVA

Montovaný skelet, hala, předpjatý beton, železobeton, vazník, sloupy, průvlaky, kalichové patky, jeřábová dráha, dimenzování.

ABSTRACT

The master's thesis concerns with the design of the construction of the testing centre. The hall is divided in two parts, in one of those parts the office rooms are located. The precast concrete frame of the hall is composed by foundation pads, columns, secondary beams and crane beams, precast slabs, and prestressed girders. The thesis contains report, structural design, drawings of floor plans and sections, drawings of formwork and reinforcement, visualization and steps of construction.

KEYWORDS

Precast concrete frame, hall, prestressed concrete, reinforced concrete, girder, columns, secondary beams, foundation pad, crane beam, design.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Martin Růžička *Návrh konstrukce zkušebního centra*. Brno, 2016. 24 s., 309 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9. 1. 2017

Bc. Martin Růžička
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9. 1. 2017

Bc. Martin Růžička
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Ladislavovi Klusáčkovi, CSc. za poskytnutý čas, odborné rady a připomínky a ochotu pomoci.

Rovněž bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu během studia.



Obsah

ÚVOD.....	8
SROVNÁNÍ VARIANT.....	8
Varianta A.....	8
Varianta B.....	8
TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	11
ZÁVĚR.....	16
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	17
Normy.....	17
Literatura	17
Software.....	17
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	18
SEZNAM PŘÍLOH.....	22

ÚVOD

Předmětem diplomové práce je návrh halové konstrukce zkušebního centra. Hala se skládá ze dvou lodí, v jedné lodi jsou obsluhovány dva jeřáby, v druhé lodi jsou umístěny kancelářské prostory. Skelet vývojového centra je montovaný. Půdorysné rozměry haly jsou 168x48 m. Vzdálenosti příčných vazeb jsou 6,0 m. Vazníky jsou navrženy jako předem předpjaté, osazené na sloupy, které jsou zapuštěny do kalichových patek. Stropní konstrukci v kancelářské části tvoří předpjaté SPIROLL panely.

SROVNÁNÍ VARIANT

V rámci diplomové práce byly vypracovány dvě varianty řešení. Půdorysy, podélné řezy a příčné řezy obou variant jsou přiloženy v příloze.

Variant A

Ve variantě A jsou navrženy vazníky V01 a V02 jako předpjaté. V lodi 2, která slouží převážně pro administrativní prostory, jsou na konzoly sloupů umístěné v polovině rozpětí lodi 2 osazeny podélné nosníky. Na tyto nosníky jsou uloženy SPIROLL panely. Nosníky zkracují rozpětí SPIROLL panelů a umožňují tak i návrh menší výšky panelů.

Výhody:

- + menší výška SPIROLL panelů
- + větší dispozice kancelářských prostor
- + rychlejší realizace výstavby lodi 2 (kancelářských prostor)
- + menší průhyb předpjatých vazníků o rozpětí 24 m

Nevýhody:

- obtížnější výroba předpjatých vazníků

Variant B

Tato varianta spočívá v návrhu železobetonových vazníků. Jedna řada SPIROLL panelů, oddělující první a druhé nadzemní podlaží kancelářských prostor, je uložena na nosné zdivo. Maximální rozpětí SPIROLL panelů je 16,0 m, což limituje dispozici administrativních prostor.

Výhody:

- + nenáročná výroba vazníků

Nevýhody:

- malá dispozice kancelářských prostor v lodi 2
- největší možná výška i největší možné rozpětí SPIROLL panelů z důvodu maximalizace kancelářských prostor
- náročnější výstavba z důvodu nosných zdí v lodi 2
- dimenzování železobetonových vazníků o rozpětí 24 m na MSP

Z výše uvedených důvodů byla k detailnějšímu zpracování vybrána varianta A.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH KONSTRUKCE ZKUŠEBNÍHO CENTRA
STRUCTURAL DESIGN OF THE TESTING CENTRE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Martin Růžička

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2017

1. Identifikační údaje objektu

Název stavby:	Konstrukce zkušebního centra
Objekt:	Průmyslová hala zkušebního centra
Katastrální území:	Olomouc
Kraj:	Olomoucký

2. Základní údaje objektu

Navrhovaná průmyslová hala zkušebního centra má půdorysné osové rozměry jsou 48x168 m. Hala je rozdělena na dvě lodě. První loď, která má půdorysné rozměry 24x168 m a jejíž výška je 12,620 m od úrovně podlahy haly, je obsluhována dvěma jeřáby, každý o nosnosti 15 t. V druhé lodi o půdorysných rozměrech 24x168 m a výšce 10,15 m od úrovně podlahy jsou umístěny kancelářské prostory o dvou nadzemních podlažích. Příčné osové vzdálenosti sloupů činí 6,0 m. Hala je v podélném směru rozdělena na 3 dilatační úseky o rozměrech 2x60 m a 48 m, schodiště je umístěno v každém dilatačním úseku. Jednotlivé kancelářské místnosti jsou od sebe odděleny příčkami.

Pro řešení haly byly vypracovány dvě varianty řešení, z nichž byla vybrána varianta A s předpjatými vazníky a sloupy s průvlaky.

Nosná konstrukce je tvořena montovaným skeletem a monolitickými základy. V první lodi jsou předpjaté vazníky kloubově uloženy na sloupy, v druhé lodi na sloup a konzolu. V druhé lodi, určené pro kancelářské prostory, jsou předpjaté SPIROLL panely uloženy na příčné průvlaky. Tyto průvlaky jsou kloubově uloženy na konzolách sloupů. Jeřábová dráha je složena z ocelové kolejnice a železobetonových nosníků kloubově uložených na konzolách sloupů. Sloupy jsou vetknuty do kalichových patek.

3. Zatížení

Zatížení a kombinace byly stanoveny dle ČSN-EN 1990 a ČSN-EN 1991-1-1.

3.1. Zatížení stálé

Ze stálých zatížení působí na konstrukci vlastní tíha všech prvků a tíha střešního a obvodového pláště.

3.2. Zatížení proměnné

Z proměnných zatížení je uvažováno s proměnným zatížením kancelářských prostor, zatížením sněhem, zatížením větrem a zatížením od jeřábů.

Proměnné zatížení kancelářských prostor je určeno jako 3 kNm⁻².

Sněhová oblast II. Zatížení větrem je spočítáno dle ČSN-EN 1991-1-3.

Větrová oblast I, kategorie terénu II. Zatížení větrem je spočítáno dle ČSN-EN 1991-1-4.

Svislé síly od kol jeřábu včetně břemene činí $R_{MAX}=110$ kN a $R_{MIN}=29,9$ kN. Vodorovné účinky jsou odvozeny ve statickém výpočtu.

3.3. Zatížení mimořádné

Mimořádná zatížení nebyla uvažována.

4. Materiály

Pro stavbu byly použity následující materiály:

Beton C40/50 pro vazníky, sloupy, jeřábovou dráhu a nosník N02, jež je nejvíce zatíženým průvlakem v druhé lodi;

Beton C25/30 pro základové konstrukce a nosníky N01 a N03, jež jsou krajní průvlaky v druhé lodi;

Předpínací výztuž Y1860 S7-15,2-A;

Betonářská výztuž B500B.

5. Základové konstrukce

Návrh založení vychází z inženýrsko-geologického průzkumu, provedeného v místě stavby dvěma sondami, situovanými v jihovýchodní a severozápadní části stavby. V úrovni základové spáry byla zjištěna zemina G1-GW – štěrk dobře zrněný. V úrovni základové spáry se nenachází hladina podzemní vody. Základové poměry jsou charakterizovány jako jednoduché, stavba je charakterizována jako náročná, celý objekt spadá do 2. geotechnické kategorie.

Kalichová patka je monolitická o půdorysných rozměrech 2,0x2,0 m. Celková výška patky a kalichu je 1,55 m. Třída prostředí je určena jako XC2. Základová spára bude čistá a bez vody. Patky budou betonovány na urovnaný povrch do štěrkopískového lože tloušťky 500 mm.

Krajní sloupy S04 a S05 jsou uloženy do monolitického základového pásu o šířce 1,2 m.

6. Nosné konstrukce

6.1. Vazníky

Vazníky jsou prefabrikované s průřezem tvaru T a proměnnou výškou. Na kraji nosníku má vazník výšku 0,99 m, v teoretické podpoře 1,00 m a uprostřed rozpětí 1,40 m. Šířka stojiny je navržena 0,2 m, šířka pásnice 0,4 m. Vazníky jsou vyhotoveny z betonu C40/50, je použita betonářská výztuž B500B.

Třída prostředí je určena jako XC1. Vazník bude na místo stavby přepraven z výroby a osazen pomocí zdvihacího zařízení na hlavy sloupů na ocelové trny. Jako úchyt pro manipulaci je do prvku zabetonován manipulační úchyt Pfeifer BS 25.

6.1.1. Vazníky V01, V02

Staticky působí jako prostý nosník na rozpětí 24 m.

Vazníky V01 a V02 jsou předem předpjaté. Předpětí je navrženo 6 sedmidrátovými lany, maximální dovolené napětí je 1440 MPa. Upálení lan je možné po dosažení 75% pevnosti betonu. Do konstrukce může být vazník zabudován po 28 dnech. Předpínací výztuž je doplněna betonářskou výztuží – podélnými pruty $\phi 20$ mm a třmínky $\phi 10$ mm.

6.1.2. Vazníky V03, V04

Vazníky V03 a V04 jsou krajními vazníky v podélném směru. Staticky působí jako spojitý nosník o třech polích, každé pole má rozpětí 8 m.

Vzhledem k menším ohybovým momentům je navržena pouze betonářská výztuž. Podélné pruty mají $\phi 20$ mm, třmínky $\phi 10$ mm.

6.2. Sloupy

Všechny sloupy jsou prefabrikované, jednotlivé sloupy se liší průřezem a výškou. Pro sloupy je použit beton C40/50 a betonářská výztuž B500B. Třída prostředí je XC1.

6.2.1 Sloupy S01, S02, S03

Na sloupech S01, S02 a S03 jsou uloženy vazníky V01 a V02. Sloupy S01 a S03 jsou krajní, sloup S02 je umístěn mezi první a druhou lodí a přenáší nejvíce zatížení. Výška sloupů S01 a S02 je 11,26 m, výška sloupu S03 činí 9,26 m. Na hlavách všech sloupů jsou umístěny vidlice pro zabudování vazníků, šířka vidlic je 0,1 m. Průřez sloupů má rozměry 600x400 mm. Na sloupech jsou navrženy konzoly pro uložení vazníku V02, nosníku jeřábové dráhy a nosníků N01 a N03. Sloupy jsou vetknuté do kalichových patek, kotvené v kalichu v délce 1,05 m. Manipulační úchyt je navržen úchyt WK 12,5.

Hlavní podélnou výztuž u sloupu S01 tvoří pruty ve dvou řadách $\phi 28$ mm, u sloupu S02 $\phi 30$ mm, u sloupu S03 $\phi 25$ mm. Průměr třmínků je u všech sloupů navržen 8 mm. Pruty druhé řady výztuže jsou zajištěny přídavnými třmínky. V patě sloupu jsou třmínky zhuštěny. V místě vidlice v hlavě sloupu je navržena podélná výztuž $\phi 12$ mm a třmínky $\phi 6$ mm.

6.2.2 Sloupy S04, S05

Sloupy S04 a S05 jsou štítovými sloupy a jsou na nich uloženy vazníky V03 a V04. Průřez obou sloupů je čtvercový o straně 400 mm. Výška sloupu S04 je 11,26 m, výška sloupu S05 je 9,26 m.

Pro podélnou výztuž jsou navrženy pruty $\phi 22$ mm, pro třmínky $\phi 8$ mm. Pruty druhé řady výztuže jsou zajištěny přídatnými třmínky o stejném průměru $\phi 8$ mm.

6.2.3 Sloupy S06

Sloup S06 je umístěn uprostřed druhé lodi v kancelářských prostorech a podporuje průvlaky nesoucí SPIROLL panely. Rozměry průřezu jsou 400×400 mm. Výška sloupu činí 5,36 m.

Pro sloup S06 je navržena podélná výztuž $\phi 16$ mm do rohů. Třmínky mají $\phi 8$ mm.

6.3. Jeřábová dráha

Jeřábovou dráhu tvoří monolitický prvek s průřezem o rozměrech 600×400 mm. Staticky se jedná o prostý nosník o délce 6 m. Nosič je uložen na konzolách sloupů S01 a S02. Třída prostředí je určena jako XC1.

Vzhledem k vodorovným účinkům od kol jeřábu je nutné navrhnout výztuž nejen u spodních vláken nosníku, ale i na levé a pravé straně. Použity jsou profily $\phi 25$ mm pro podélnou výztuž a třmínky $\phi 10$ mm.

6.4. Nosníky N01, N02, N03

Nosníky jsou prefabrikované prvky, staticky jsou řešeny jako prostě uložené nosníky. Všechny nosníky slouží jako průvlaky nesoucí SPIROLL panely a zatížení z druhého nadzemního podlaží druhé lodi. Průvlaky jsou osazeny zdvihacími zařízeními pomocí ocelových trubek zabetonovanými v nosnících na ocelové trny vystupující z prvků, na které jsou uloženy. Před montáží průvlaků musí být všechny sloupy směrově a výškově vyrovnané.

Délka nosníku N01 je 6,0 m a průřez má rozměry 550×350 mm. Nosič N01 je uložen na konzolách sloupu S02. Navržena je podélná výztuž $\phi 25$ mm a třmínky $\phi 8$ mm.

Nosič N02, jež přenáší největší šířku SPIROLL panelů, má délku 6,0 m a rozměry průřezu 600×400 mm. Je osazen na sloup S06. Podélná výztuž $\phi 25$ mm je navržena ve dvou řadách, průměr profilu třmínků činí $\phi 8$ mm.

Nosič N03 má délku 5,5 m, je umístěn mezi sloupy S03. Rozměry průřezu jsou 500×400 mm. Podélná výztuž nosníku N01 je $\phi 20$ mm a třmínky $\phi 8$ mm.

6.5. SPIROLL panely

SPIROLL panely, oddělující první a druhé nadzemní podlaží ve druhé lodi, jsou osazeny na nosnících N01, N02 a N03. Dle tabulkových podkladů únosnosti od výrobce jsou navrženy panely PPD 335. Jednotná výška všech panelů je 320 mm a šířka 1,19 m. Délka panelů osazených na nosníky N01 a N02 je 12,14 m, délka panelů osazených na nosníky N02 a N03 je 11,68 m.

Panely jsou uloženy do lože z cementové malty. Spáru mezi dílci je třeba očistit, beton boků nasáknout vodou a spáru zalít zálivkovým betonem.

Vzhledem k tomu, že nosník N03 není předsazený, ale je umístěn mezi sloupy S03, je třeba vyřezat v místech sloupů do panelů otvory. Řezání je provedeno na stavbě diamantovým nástrojem. Veškeré úpravy řezáním pro průřez sloupu jsou v souladu s povolenými úpravami stanovenými výrobcem. Sekání či prorážení betonu není dovoleno. SPIROLL panely je možné na stavbě skladovat volně na sobě do výšky 1,5 m.

7. Technologie provádění

7.1. Montáž

Zemina na stavbě se odebere do hloubky -2,150 m od $\pm 0,000$, tj. úrovně podlahy a následně se zřídí dočasné pažení výkopu. V první fázi se vybetonují kalichové patky. Po zatvrdnutí betonu se osadí sloupy a následně bude prostor mezi sloupem a kalichovou objímkou zabetonován. V následující fázi budou osazeny průvlaky a nosníky jeřábové dráhy a dále vazníky. V poslední fázi se uloží SPIROLL panely.

7.2 Betonáž

Stavba musí být prováděna pouze z betonu předepsané kvality. Každou dodávku betonu je třeba podrobit zkoušce konzistence sednutí kužele. Výsledky zkoušky musí být v souladu s požadavky normy. Bude použito hladké bednění se separačním nátěrem. Bednění jednotlivých prvků se osadí dle výkresu tvaru. Po betonáži musí být beton dostatečně ošetřován a chráněn proti nepříznivým vlivům. Vybetonované prvky je možné odbednit po částečném zatvrdnutí betonu, přibližně po 3 dnech. Po odbednění je třeba provést kontrolu geometrie a povrchu prvku.

7.3. Výztuž

Vyztužení musí být prováděno pouze z oceli předepsané kvality. Při ukládání výztuže je třeba dbát na její polohu a profil dle výkresové dokumentace. Při ukládání budou použity distanční podložky tak, aby byla dodržena předepsaná hodnota krytí. Současně s výztuží budou uloženy i úchyty pro manipulaci. Po uložení výztuže a doplňků bude provedena kontrola správnosti uložení a rozmístění v souladu s výkresovou dokumentací.

8. Manipulace s prefabrikovanými prvky

Výrobní forma musí být opatřena odformovacím olejem pro snadnější vyjmutí prvku z formy.

Přepravní a manipulační úchyty jsou náležitě nadimenzovány na tíhu jednotlivých segmentů a přilnavost při zvedání. Manipulace s prvkem je povolena pouze pomocí zabetonovaných

manipulačních prostředků. Není možné kombinovat komponenty různých výrobců. Při manipulaci s prvkem je třeba dbát na maximální možný odklon lana, který je uveden ve výkresové dokumentaci.

9. Bezpečnost práce a ochrana zdraví při práci

Při realizaci objektu je nutné seznámit všechny zúčastněné osoby s bezpečnostními zákony, vyhláškami, nařízeními vlády a souvisejícími platnými normami v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Základní povinnosti dodavatele stavebních prací upravuje Zákoník práce v úplném znění č. 262/2006 Sb. v části páté – „Bezpečnost a ochrana zdraví při práci“ se zaměřením na § 102 odst. 1 – přijímání opatření k předcházení rizikům.

Všichni pracovníci musí mít potřebné informace k provádění pracovních činností. Všechny pracovníky je nutné vybavit dostatečnými ochrannými pomůckami. Pracovníci budou řádně obeznámeni se způsobem chování a riziky na pracovišti a je třeba, aby předcházeli škodám na zdraví osob i na majetku.

Při stavebních prací je nutno dodržovat:

nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších minimálních požadavcích na ochranu a bezpečnost zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky;

nařízení vlády č. 591/2005 Sb. o bližších minimálních požadavcích na ochranu a bezpečnost zdraví při práci na staveništi.

Vše v platném znění.

ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byl vypracován návrh konstrukce haly vývojového centra. Byly vypracovány dvě varianty řešení, z nichž pro detailnější vypracování byla vybrána varianta A s předpjatými vazníky.

Statický výpočet obsahuje návrh a posouzení prvků haly. Pro určení vnitřních sil byl použit program Scia Engineer 16.0, konstrukce byla řešena na základě metody konečných prvků. Prvky byly posouzeny na největší účinky zatížení z hlediska mezního stavu únosnosti i mezního stavu použitelnosti ve fázi finálního působení. Všechny prvky byly rovněž posouzeny na ohyb při manipulaci a ve fázi výroby a byly navrženy přepravní úchyty. Předpjaté vazníky byly posouzeny i na mezní stav použitelnosti ve výrobním stádiu. Vazníky haly s průřezem tvaru T byly navrženy jako předpjaté a z důvodu proměnného průřezu byly po délce rovnoměrně rozděleny na 9 řezů. Výsledky ztrát předpětí, mezního stavu únosnosti i mezního stavu použitelnosti jsou dostupné ve všech řezech. Sloupy, průvlaky, nosníky jeřábové dráhy a kalichové patky byly navrženy jako železobetonové prvky. Nosníky jeřábové dráhy byly navrženy na maximální účinky pohyblivého zatížení od dvou jeřábů o nosnosti 15 t. Rovněž bylo nutné navrhnout i výztuž na bočních stranách obdélníkového průřezu z důvodu vodorovných sil od kol jeřábu. V případě sloupu S01 byl v programu Scia Engineer namodelován nový projekt včetně vyztužení a byly porovnány interakční diagramy z ručního výpočtu diplomové práce a z programu. Výsledky byly shodné.

Výkresová dokumentace obsahuje situaci pozemních komunikací v nejbližším okolí, půdorysy prvního a druhého nadzemního podlaží haly, dva podélné řezy a tři příčné řezy haly. Přiloženy jsou dále výkresy tvaru a výztuže všech posuzovaných prvků a detail spojení vazníku a sloupu.

Diplomová práce dále obsahuje vizualizaci vývojového centra a postup výstavby včetně předpokládané realizace termínů výstavby.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Normy

- [1] ČSN EN 1990 „Zásady navrhování konstrukcí“. Praha: ČNI, 2003.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 „Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb“. Praha: ČNI, 2007.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 „Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem“. Praha: ČNI, 2005.
- [4] ČSN EN 1991-1-3 „Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem“. Praha: ČNI, 2007.
- [5] ČSN EN 1991-3 „Zatížení konstrukcí – Část 3: Zatížení od jeřábu a strojního vybavení“. Praha: ČNI, 2008.
- [6] ČSN EN 1992-1-1 „Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby“. Praha: ČNI, 2005.
- [7] ČSN 73 1000: Zakládání stavebních objektů. Základní ustanovení pro navrhování

Literatura

- [8] PROCHÁZKA, J., ŠTĚPÁNEK, P., KRÁTKÝ, J., KOHOUTKOVÁ, A., VAŠKOVÁ, J.: *Navrhování betonových konstrukcí 1 – Prvky z prostého a železobetonového betonu*. ČBS Praha, 2007, 182 s., ISBN 978-80-87158-01-2
- [9] ZICH, M., a kol.: *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*. Brno, 2010, 145 s., ISBN 978-80-86897-38-7
- [10] ČÍRTEK, L., BAŽANT, Z., ZICH, M.: *Betonové konstrukce I. Modul CS1*.
- [11] MASOPUST, J., GLISNÍKOVÁ, V.: *Zakládání staveb*. Brno, 2007, 182 s.
- [12] Technické podklady firmy Pfeifer
- [13] Technické podklady firmy ITECO
- [14] Technické podklady firmy PREFABRNO

Software

Scia Engineer 16.0
AutoCAD 2016
MS Office 2010
SketchUp 2017

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

c_{nom}	nominální krycí vrstva [mm]
c_{min}	minimální krycí vrstva [mm]
Δc_{dev}	přídavek pro návrhovou odchylku [mm]
$c_{min,b}$	minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti [mm]
$\Delta c_{dur,\mu}$	přídavná bezpečnostní složka [mm]
$\Delta c_{dur,st}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli [mm]
$\Delta c_{dur,add}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany [mm]
$v_{b,0}$	výchozí základní rychlost větru [$m \cdot s^{-1}$]
v_b	základní rychlost větru [$m \cdot s^{-1}$]
c_{dir}	součinitel směru větru [–]
c_{season}	součinitel ročního období [–]
$v_m(z)$	střední rychlost větru [$m \cdot s^{-1}$]
$c_r(z)$	součinitel drsnosti [–]
$c_0(z)$	součinitel ortografie [–]
k_r	součinitel terénu [–]
z	výška nad terénem [m]
z_0	parametr drsnosti terénu [m]
ρ	hustota vzduchu [$kg \cdot m^{-3}$]
$q_p(z)$	charakteristický maximální dynamický tlak [$N \cdot m^{-2}$]
$I_v(z)$	intenzita turbulence [–]
f_{yk}	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže [Pa]
γ_s	dílčí součinitel betonářské nebo oceli [–]
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské výztuže [Pa]
E_s	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli [Pa]
f_{ck}	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní [Pa]
γ_c	dílčí součinitel betonu [–]
α_{cc}	součinitel zohledňující dlouhodobé účinky na pevnost v tlaku [–]
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku [Pa]
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti v dostředném tahu [Pa]
$f_{ctk,0,05}$	5% kvantil hodnoty pevnosti v tahu [Pa]
f_{ctd}	návrhová pevnost betonu v tahu [Pa]
E_{cm}	sečnový modul pružnosti betonu [Pa]
ε_{cu3}	mezní poměrné přetvoření betonu [%]
$d_{g,max}$	největší jmenovitý rozměr zrna kameniva [m]
π	Ludolfovo číslo [–]
$A_{s,req}$	požadovaná průřezová plocha betonářské výztuže [m^2]
M_{Ed}	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu [$N \cdot m$]
d	účinná výška průřezu [m]
d_1	vzdálenost osy výztuže od spodního okraje

b	šířka průřezu [m]
h	výška průřezu [m]
ϕ	průměr prutu betonářské výztuže [m]
d_{st}	průměr prutu betonářské výztuže [m]
A_{st}	průřezová plocha betonářské výztuže [m ²]
x	vzdálenost neutrální osy od nejvíce tlačného okraje [m]
λ	štíhlostní poměr [–]
ε_s	poměrné přetvoření výztuže [%]
ε_{yd}	mezni poměrné přetvoření oceli [%]
M_{Rd}	ohybová únosnost [N · m]
z	rameno vnitřních sil [m]
A_c	průřezová plocha betonu [m ²]
$A_{s,min}$	minimální průřezová plocha betonářské výztuže [m ²]
$A_{s,max}$	maximální průřezová plocha betonářské výztuže [m ²]
s_l	osová vzdálenost prutů výztuže [m]
$s_{l,max}$	maximální osová vzdálenost prutů výztuže [m]
F_k	charakteristická hodnota zatížení [N]
F_d	návrhová hodnota zatížení [N]
α_e	poměr E_s/E_{cm} [–]
A_i	plocha ideálního průřezu bez trhlin [m ²]
x_g	poloha těžiště betonového průřezu od horního vlákna průřezu [m]
x_i	poloha těžiště ideálního průřezu bez trhlin od horního vlákna průřezu [m]
I_i	moment setrvačnosti ideálního průřezu bez trhlin [m ⁴]
σ_i	napětí v ideálním průřezu [Pa]
V_{Ed}	návrhová hodnota posouvající síly [N]
$V_{Rd,c}$	návrhová hodnota únosnosti ve smyku [N]
$C_{Rd,c}$	součinitel smykové únosnosti [–]
k	součinitel účinné výšky [–]
ρ_1	stupeň vyztužení podélnou výztuží [–]
$V_{Rd,min}$	minimální návrhová hodnota únosnosti ve smyku [N]
γ_F	dílčí součinitel zatížení F [–]
G_k	charakteristická hodnota stálého zatížení [N]
G_d	návrhová hodnota stálého zatížení [N]
σ_d	výpočtové kontaktní napětí v základové spáře [N · m ²]
b_{ef}	efektivní šířka [m]
γ_d	výpočtová hodnota objemové tíhy [N · m ³]
γ	objemová tíha [N · m ³]
$\gamma_{m\gamma}$	součinitel spolehlivosti pro objemovou tíhu [–]
c_d	výpočtová hodnota soudržnosti [Pa]
c_{ef}	efektivní hodnota soudržnosti [Pa]

γ_{mc}	součinitel spolehlivosti pro soudržnost [–]
φ_d	výpočtová hodnota úhlu vnitřního tření [°]
φ_{ef}	efektivní úhel vnitřního tření [°]
$\gamma_{m\varphi}$	součinitel spolehlivosti pro úhel vnitřního tření [–]
f_{bd}	mezní napětí v soudržnosti [Pa]
η_2	součinitel závislý na průměru prutu [–]
η_1	součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti [–]
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka [m]
σ_{sd}	návrhové napětí v prutu [Pa]
α_1	součinitel kotevní délky – vliv tvaru prutu [–]
α_2	součinitel kotevní délky – vliv krycí vrstvy [–]
α_3	součinitel kotevní délky – vliv ovinutí výztuže [–]
α_4	součinitel kotevní délky – vliv ovinutí přivařenou výztuží [–]
α_5	součinitel kotevní délky – vliv ovinutí příčným tlakem [–]
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka [m]
l_{bd}	návrhová kotevní délka [m]
q_d	návrhové napětí v základové spáře [Pa]
$A_{zákl}$	plocha základu [m ²]
V	objem [m ³]
ρ	objemová tíha betonu [N · m ³]
A_p	plocha prefabrikátu [m ²]
n_p	počet kotev [–]
s	koeficient přilnavosti bednění [N · m ⁻²]
α_1	odklon lana od svislice ve výrobě [°]
α_2	odklon lana od svislice na stavbě [°]
δ_1	součinitel zatížení kotvy [–]
δ_2	součinitel zatížení kotvy [–]
G	tíha prefabrikátu [N]
z_1	koeficient sklonu lana [–]
z_2	koeficient sklonu lana [–]
E_p	modul pružnosti předpínací výztuže [Pa]
F_p	výslednice tahu v předpínací výztuži [N]
f_{p01k}	charakteristická smluvní mez kluzu v tahu předpínací výztuže [Pa]
f_{pk}	charakteristická hodnota pevnosti v tahu předpínací výztuže [Pa]
f_{pd}	návrhová hodnota pevnosti v tahu předpínací výztuže [Pa]
M_p	ohybový moment od zatížení předpětím [Nm]
M_{p0}	ohybový moment způsobený předpínací silou v čase $t=0$ [Nm]
$M_{p\infty}$	ohybový moment způsobený předpínací silou v čase $t=\infty$ [Nm]

N_p	předpínací síla [N]
N_{p0}	normálová síla způsobená předpínací silou v čase $t=0$ [N]
$N_{p\infty}$	normálová síla způsobená předpínací silou v čase $t=\infty$ [N]
N_{pd}	návrhová normálová síla od účinků předpětí [N]
$P_{d\infty}^0$	návrhová předpínací síla v čase $t=\infty$ [N]
$P_{t\infty}^0$	charakteristická předpínací síla v čase $t=\infty$ [N]
$P_{m,0}$	skutečná předpínací síla v čase $t=0$ [N]
$P_{m,\infty}$	skutečná předpínací síla v čase $t=\infty$ [N]
P_p	původní předpínací síla [N]
$\Delta\varepsilon_p$	změna poměrného přetvoření předpínací výztuže [–]
$\Delta\sigma_d$	změna základního napětí v předpínací výztuži [Pa]
ε_p^0	základní poměrné přetvoření předpínací výztuže [–]
ε_{pyd}	návrhové přetvoření předpínací výztuže [–]
λ_0	součinitel krátkodobých ztrát [–]
λ_∞	součinitel dlouhodobých ztrát [–]
$\sigma_{p\infty}^0$	základní napětí v čase $t=\infty$ [Pa]
σ_{pm}^0	napětí po krátkodobých ztrátách [Pa]
$\sigma_{p,max}$	maximální napínací napětí [Pa]
$\sigma_{pm\infty}$	napětí po krátkodobých ztrátách [Pa]
σ_{pt}	základní napětí v předpínací výztuži [Pa]

SEZNAM PŘÍLOH

- A) PODKLADY
 - A.1 SITUACE
 - A.2 PŘÍČNÝ ŘEZ
 - A.3 PODÉLNÝ ŘEZ
 - A.4 GEOTECHNICKÉ POMĚRY
- B) STATICKÝ VÝPOČET
- C) VÝKRESY VARIANTY A
 - C.1 PŮDORYS 1. NP
 - C.2 PŮDORYS 2. NP
 - C.3 SITUACE
 - C.4 ŘEZY A-A', B-B', C-C', D-D', E-E'
- D) VÝKRESY TVARU A VÝZTUŽE
 - D.1 VAZNÍK V01
 - D.2 VAZNÍK V02
 - D.3 VAZNÍK V03
 - D.4 SLOUP S01
 - D.5 SLOUP S02
 - D.6 SLOUP S03
 - D.7 SLOUP S04
 - D.8 SLOUP S06
 - D.9 NOSNÍK JEŘÁBOVÉ DRÁHY
 - D.10 NOSNÍK N01
 - D.11 NOSNÍK N02
 - D.12 NOSNÍK N03
 - D.13 KALICH K01
 - D.14 DETAIL ULOŽENÍ VAZNÍKU NA SLOUP
- E) VÝKRESY VARIANTY B
 - E.1 PŮDORYS 1. NP
 - E.2 PŮDORYS 2. NP
 - E.3 ŘEZY A-A', B-B', C-C', D-D', E-E'
- F) VIZUALIZACE A POSTUP VÝSTAVBY
 - F.1 VIZUALIZACE
 - F.2 PŘEDPOKLÁDANÁ REALIZACE STAVBY
 - F.3 POSTUP VÝSTAVBY SKELETU
- G) TECHNICKÝ LIST JEŘÁBU
 - G.1 TECHNICKÝ LIST JEŘÁBU